

水稻氮肥對生育及病害之影響

Influence of nitrogen fertilizer on the growth and disease of rice

廖勁穎¹、張繼中²、黃文益¹、梁佑慎^{3,*}

¹行政院農業委員會臺東區農業改良場助理研究員。臺灣 臺東縣。

²行政院農業委員會臺東區農業改良場副研究員。臺灣 臺東縣。

³屏東科技大學助理教授。臺灣 屏東縣。

*通訊作者：justinliang@mail.npust.edu.tw

水稻病蟲害、生育及產量與施肥密切相關，栽培時必需依品種，配合土壤狀況及氣候進行合理化施肥。本試驗之目的為探討臺東地區 3 種水稻品種及 5 種氮肥用量對水稻病害及生育之影響，期能作為臺東地區水稻施肥參考。試驗於鹿野鄉瑞源村瑞穗系(Js5Ca)土壤進行，水稻品種為高雄 139 號、高雄 145 號及臺稔 9 號，氮肥用量等級為 0、90、150、210 及 270 kg ha⁻¹。試驗結果顯示，水稻氮施用量高時不影響土壤酸鹼度，對電導度及土壤中磷、鉀、鈣、鎂等均無顯著差異；水稻植體元素含量隨不同氮用量等級處理，當施用量越高時，植體氮含量增加，鉀含量沒有顯著差異，但氮鉀比隨氮施用量提升而增加，可能造成水稻抗病性減少；微量元素隨氮施用量增加，鐵、錳、銅、鋅吸收量也隨之提升。水稻葉色及株高隨氮肥施用量增加而變化，在 0 kg ha⁻¹ 至 150 kg ha⁻¹ 處理間有上升的趨勢，施用量在 210 kg ha⁻¹ 以上無顯著差異。水稻產量在氮用量 0 kg ha⁻¹ 時水稻產量最低，施用量 90 kg ha⁻¹ 時產量顯著提升，氮用量在 150 kg ha⁻¹ 至 210 kg ha⁻¹ 處理間具有最高產量，施用量至 270 kg ha⁻¹ 時產量顯著減少；稻熱病之發生於 90 kg ha⁻¹ 以上隨施用量增加罹病度增加。胡麻葉枯病在氮肥施用量 90 kg ha⁻¹ 以下時發生。稻熱病與胡麻葉枯病在各試驗年度、期作別及不同品種略有差異，但氮肥仍為重要影響因素。

關鍵詞：土壤肥力、植物營養、水稻、氮肥、病害

前 言

水稻病蟲害、生育及產量與施肥密切相關⁽²¹⁾，栽培時必需依品種，配合土壤狀況及氣候進行合理化施肥，在臺東地區主要栽培的品種為高雄 139 號、高雄 145 號、臺稔 9 號等約十數種，其中高雄 139 號雖已育成近 20 年，仍為消費者所喜愛，為臺東地區特色稻米品種之一；而水稻栽培時，氮為促進生育及產量最重要的元素，充足的氮可以增加水稻分蘗數、增加穗長並提高產量，但在過量施用氮肥時，水稻葉片柔軟下垂，節間拉長易倒伏，無效分蘗數增多，使病害蔓延快速且不易控制，反而讓產量下降，尤其病害更與水稻氮關係密切，李(1984)研究顯示水稻植體氮含量與產量呈顯著負相關，但與穗稻熱病發生率呈顯著正相關，表示增加氮肥施用使穗稻熱病發生而無法提高產量。由於水稻植體含氮量與穗稻熱病率呈極顯著正相關，穗稻熱病率又與產量呈極顯著負相關，顯示過度施用氮肥為導致減低產量的因素。作物施肥必須合理的供應肥料及適合的養分管理方法，必須考慮土壤的性質與肥力⁽²⁰⁾、作物養分需要⁽³⁾、氣候狀況、水稻品種⁽³⁾合理化施肥，才能避免肥料施用過多浪費，提升作物產品品質與產量，提高作物利用所有養分的效率，降低農作物生產風險及對環境之風險，獲得經濟及環保的最高利潤^(2,17)。本試驗之目的為探討臺東地區 3 種水稻品種及 5 種氮肥用量對水稻病害及生育之影響，以作為農民栽培管理及調節氮肥使用之參考依據。

材料與方法

田間設計及肥料處理

2013 - 2014 年於臺東縣鹿野鄉瑞源村進行田間試驗，土壤為淺層片岩石灰性沖積土瑞穗系 (Js5Ca)。種植 2 年 4 期作，水稻品種為高雄 139 號、高雄 145 號及臺稔 9 號。試驗採用逢機完全區集設計，5 處理，3 重複，計 15 小區，小區面積 $3\text{ m} \times 5\text{ m} = 15\text{ m}^2$ 。氮肥用量分 5 級，分別為 0、90、150、210 及 270 kg ha^{-1} 。磷肥用量為 60 kgha^{-1} 、鉀肥用量為 60 kg ha^{-1} (如表 1)。肥料施用法依作物施肥手冊⁽⁴⁾推薦法行之。氮肥以硫酸銨分別於基肥 25%、插秧後施第 1 次追肥 (一期作 15 天，二期作 10 天) 20%、插秧後施第 2 次追肥 (一期作 30 天，二期作 20 天) 30% 及穗肥 25% 施用，磷肥以過磷酸鈣施用基肥 50%、插秧後施第 1 次追肥 30%、插秧後施第 2 次追肥 20%，鉀肥氯化鉀於基肥施用 20%、插秧後施第 1 次追肥 30%、插秧後施第 2 次追肥 30% 及穗肥 20%。

調查項目及分析方法

(一) 土壤分析：土壤樣本於種植前及收穫時採取，每小區隨機採取 5 點表土 (0 -

20 cm)，風乾、碎土、過篩 (2 mm)，並充分混合後進行土壤分析，各項目分析方式依據張^(9、10)分析方法進行：

1. 土壤 pH 之測定：玻璃電極法 (土：水 = 1 : 1)
2. 土壤有機質含量的測定：比色法
3. 土壤有效性磷：白雷氏第一法 (Bray P method)
4. 土壤交換性鉀、鈣及鎂測定：孟立克氏法 (Mehlich's method)
5. 土壤鐵、錳、銅、鋅之定量：感應電漿光譜法
6. 試驗前之土壤肥力分析結果如表 2。

(二) 植體分析：

於成熟期每小區逢機取 3 株水稻地上部 (含葉片、葉鞘及莖桿)，清洗後以 70°C 烘乾磨粉，分析水稻植體要素含量。各項目依據張⁽⁸⁾之分析方法進行：

1. 氮之定量：微量擴散法
2. 磷之定量：鉬黃法
3. 鉀、鈣、鎂、鐵、錳、銅、鋅之定量：感應電漿光譜法

(三) 生育、病蟲害、產量及品質調查：

1. 生長調查：插秧後 60 天調查株高、葉色及有效分蘗數，葉色以 Chlorophyll Meter SPAD-502 葉綠素儀分析植物葉綠素相對含量。
2. 葉稻熱病：
齊穗後調查發病率，每小區對角線取樣 10 叢，罹病面積率計算方式為：
病斑面積率 (%) = (病斑面積 / 全葉面積) × 100。
3. 胡麻葉枯病：
齊穗後調查發病率，每小區對角線取樣 10 叢，罹病面積率計算方式為：
病斑面積率 (%) = (病斑面積 / 全葉面積) × 100。
4. 產量分析：小區全部收穫，經風選、曬乾，測定水分含量 13 %，秤其穀重，換算成公頃產量；計算方式為：每公頃產量 (kg / ha) = 小區產量 (g / m²) / 1000g × 10000 m²。

上述分析資料除第三條第 2、3 項罹病度經角度轉換後再分析，統計分析軟體為

SAS EG 7.1，數據經變方分析 (Analysis of Variance, ANOVA) 測驗處理間之顯著性，再以最小顯著差異性測驗 (Fisher's protected least significant difference test, LSD test) 進行處理間平均值的差異檢定⁽¹⁴⁾，在 $p \leq 0.05$ 時視為顯著。

結果與討論

氮肥用量對土壤性質之影響

施用不同量級氮肥後土壤分析結果顯示（如表 3），2013 年第 2 期作土壤 pH 值有顯著差異，氮施用量提高後土壤 pH 值有降低現象，其餘有機質、電導度、鉀、鈣、鎂等均未達顯著差異。雖然長期耕作與自然的淋洗等情況下，不論施肥的種類與多寡，都會導致土壤逐漸酸化^(22、23、24)；譚及陳(2012)研究顯示，在水稻連作、水稻與旱作玉米輪作、旱作玉米與水稻輪作及早作玉米連作 4 者比較，水稻田連作具穩定土壤酸鹼度效果，且與其他處理具顯著差異，且在不同耕作制度中，水田輪作可協助穩定旱作土壤酸鹼度，避免旱作連作造成土壤酸化嚴重情形。水稻田灌溉過程中易有滲漏、流失及淋洗情形⁽¹¹⁾，肥料不易於土壤中保留，故雖本試驗大量施用易酸化土壤之硫酸銨作為氮肥，但僅於 2013 年第 2 期作土壤酸鹼度有顯著差異，分析產生差異原因可能為當期作降雨減少，採樣時土壤中肥料保留較多，故有顯著差異，但經耕犁、整地及灌溉後，2014 年第 1 期作及第 2 期作試驗前土壤分析結果（如表 2）顯示，土壤酸鹼度並無顯著差異，顯示水田土壤酸鹼度較為穩定，差異僅短暫出現。

氮肥用量對水稻植體元素含量之影響

於水稻插秧後 60 日採取葉片分析植體元素含量結果顯示（如表 4-1、表 4-2、表 4-3、表 4-4），於不同年度、期作別及水稻品種，不同氮肥用量處理對植體元素含量有不同反應，除 2013 年第 1 期作高雄 145 號植體氮含量無差異外，其餘處理均顯著呈現植體氮含量隨氮施用量提高而增加， 0 kg ha^{-1} 處理之氮含量較低，在不同品種、期作別及試驗年度，可能出現與或與 90 kg ha^{-1} 或 150 kg ha^{-1} 相同， 270 kg ha^{-1} 處理氮含量最高，但與 210 kg ha^{-1} 無顯著差異，顯示氮施用量在 210 kg ha^{-1} 時，已有較佳水稻植體氮含量，植體氮含量於 0 kg ha^{-1} 至 150 kg ha^{-1} 處理時有上升趨勢，於 210 kg ha^{-1} 以上時植體氮含量通常具有相同結果。植體鉀含量除 2013 年第 2 期作高雄 145 號有顯著差異外，其餘均不顯著，以氮 / 鉀比例進行分析，再施用 270 kg ha^{-1} 時均有最高之氮鉀比；水稻增施鉀肥可具有抗病及抗逆境之效果⁽¹⁾，菸草的氮鉀比不平衡容易導致炭疽病及赤星病發生⁽¹⁵⁾，在過量施用氮肥時容易導致氮鉀比提升，可能是造成高氮肥下病害發生嚴重的原因之一。在微量元素部分，隨氮肥用量增加，水稻植體內鐵、錳、銅有增加的趨勢。

氮肥用量對水稻生育、產量及病害之影響

於水稻插秧後 60 日進行葉色及株高調查（如表 5-1、表 5-2），於不同年度、期作別及水稻品種，不同氮肥用量處理對葉色反應略有不同，但均以 0 kg ha^{-1} 處理之葉色最淺，隨肥料施用量增加葉色讀值提升， 270 kg ha^{-1} 處理之葉色最深，在 0 kg ha^{-1} 至 150 kg ha^{-1} 處理間，葉色有上升的趨勢，氮肥用量達 210 kg ha^{-1} 時，施用量增加很難提高葉色，與水稻氮含量有相同結果，張⁽⁸⁾等人研究結果表明，水稻葉綠素計測定之葉色與水稻氮含量有相同趨勢，可用於水稻氮含量判斷。不同氮肥施用量對水稻株高影響與葉色反應相同，在 0 kg ha^{-1} 至 150 kg ha^{-1} 處理間，株

高隨氮肥施用量增加而提高，在氮肥用量在 150 kg ha^{-1} 以上時，各處理間株高無顯著差異。水稻產量與氮肥用量有關，本試驗水稻品種，1、2 期作均有相同趨勢，當氮肥施用量 0 kg ha^{-1} 時水稻產量最低，施用量 90 kg ha^{-1} 時產量顯著提升，氮用量在 150 kg ha^{-1} 至 210 kg ha^{-1} 處理間具有最高產量，當施用量至 270 kg ha^{-1} 時產量顯著減少。江（2013）研究顯示水稻在氮 90 kg ha^{-1} 時有最大利用效率，產量最高則為 150 kg ha^{-1} 至 210 kg ha^{-1} 範圍，臺中地區及臺南地區研究顯示^(3,6,17)，合理化施肥於 130 kg ha^{-1} 至 140 kg ha^{-1} 範圍作物有較佳的產量。

觀察水稻稻熱病發生情形，當施用量在 270 kg ha^{-1} 時，植株稻熱病比例在 32%- 52%，發生情形顯著，蔡武雄⁽¹⁶⁾研究顯示，1983 年第 1 期作水稻品種臺農 67 號葉稻熱病病斑面積率 5、11、25、55 及 80% 下，在嘉義分所之產量損失率分別為 0.47、4.26、21.40、54.19 及 81.91%，在白河之產量損失率各為 1.35、4.38、23.18、54.01 及 82.50%，顯示稻熱病可能為限制水稻產量因素。胡麻葉枯病在氮肥施用量 90 kg ha^{-1} 以下時發生，前人研究顯示⁽⁵⁾胡麻葉枯病發生與水稻缺乏氮、鉀、矽等元素有關，本試驗中氮施用量超過 90 kg ha^{-1} 時不發生，顯示適量施用氮肥可減少胡麻葉枯病發生。

分析於各年度、期作別及不同品種施用 5 個量級氮肥用量對水稻稻熱病之影響，結果顯示，在不同年度中，施用氮肥 0 kg ha^{-1} 時稻熱病不發生，施用 90 kg ha^{-1} 時稻熱病輕微發生，2013 年顯著較 2014 年高，施用量在 150 kg ha^{-1} 至 270 kg ha^{-1} 時均有發生稻熱病，發生嚴重程度隨年度不同而有差異。以期作別分析稻熱病與氮肥施用量之關係，當施用量在 0 kg ha^{-1} 以上，不同期作別發生程度不一，第 1 期作顯著較第 2 期作發生嚴重；在不同品種間，施用量在 90 kg ha^{-1} 時，依照品種發生程度顯著不同，本試驗中高雄 139 號及高雄 145 號顯著較臺梗 9 號低，其餘氮肥處理均無差異。水稻稻熱病發生與氮肥施用、品種及氣候有密切關係^(12,13,19)，試驗使用之高雄 139 號、高雄 145 號及臺梗 9 號對稻熱病均無抗性，故發生稻熱病時有相似之反應；在氣候環境中，試驗年度及期作別均影響稻熱病發生程度，但肥料過量顯著提高稻熱病罹病程度，故合理施用氮肥可減輕稻熱病之發生（如表 6 - 9）。水稻胡麻葉枯病在不同品種及試驗年度均無差異，但在期作別有不同程度發生，故胡麻葉枯病除氣候影響發生程度外，合理施用氮肥可減輕發生情形（如表 10 - 11）。

結 論

作物施肥具有顯著的增產效果，水稻單位面積產量與肥料使用量呈密切相關，肥料施用量越高則產量提升越多，但施肥無法無限制的增產，過量的施用肥料，不僅使作物無法吸收造成浪費，導致病害發生影響產量；本研究顯示，水稻氮施用量高時不影響土壤酸鹼度，對電導度及土壤中磷、鉀、鈣、鎂等均無顯著

差異，顯示過量施用的氮肥不會保存於土壤中，可能流失或滲漏，不僅容易造成環境汙染，也產生浪費；水稻植體元素含量隨不同氮用量等級處理，當施用量越高時，植體氮含量增加，鉀含量沒有顯著差異，但氮鉀比隨氮施用量提升而增加，可能造成水稻抗病性降低；微量元素隨氮施用量增加，鐵、錳、銅、鋅吸收量也隨之提升。水稻葉色及株高隨氮肥施用量增加而變化，在 0 kg ha⁻¹ 至 150 kg ha⁻¹ 處理間有上升的趨勢，施用量在 210 kg ha⁻¹ 以上無顯著差異。水稻產量在氮用量 0 kg ha⁻¹ 時水稻產量最低，施用量 90 kg ha⁻¹ 時產量顯著提升，氮用量在 150 kg ha⁻¹ 至 210 kg ha⁻¹ 處理間具有最高產量，施用量至 270 kg ha⁻¹ 時產量顯著減少；稻熱病 90 kg ha⁻¹ 以上隨施用量增加罹病度增加。胡麻葉枯病在氮肥施用量 90 kg ha⁻¹ 以下時發生。稻熱病與胡麻葉枯病在各試驗年度、期作別及不同品種略有差異，但氮肥仍為重要影響因素。水稻生育時為求達到經濟產量，施氮仍是必要措施，尤其臺灣各地區土壤普遍缺乏氮，在相同水稻品種條件，氮肥效應最大，水稻施肥技術之關鍵在氮肥之施用，而氮肥之需要性，受土壤間差異之影響很大。本試驗研究探討氮肥與水稻品種、病害發生及產量的相關性，結果可作為未來訂定氮肥施用標準及開發最具經濟效益栽培模式之基礎。

參考文獻

1. 刘玲玲、彭显龙、刘元英、王诺。2008。不同氮肥管理条件下钾对寒地水稻抗病性及产量的影响。中国农业科学 41(8): 2258-2262。
2. 江志峰。2013。水稻氮素對群體質量提升與產量之效應。台中區農業改良場特刊 118 號 p.11-32。
3. 江汶錦。2014。臺南地區水稻品種氮肥利用效率比較。臺南區農業改良場研究彙報(63):59-72。
4. 作物施肥手冊。2005。水稻。p.16-20。臺中：中華肥料協會。
5. 李子純、許兩順、林慶喜 1980 臺灣東部水稻胡麻紫枯病稻田肥力改進試驗中華農業研究 29(1): 35-46。
6. 林再發 1998 氮肥用量對一、二期作水稻產量及生育性狀影響 臺中區農業改良場研究彙報 61: 13-23。
7. 邱再發、黃文良。1970。水稻氮肥施肥技術之研究(I) 氮肥晚施用對水稻產量及養分吸收之影響。農業研究 19: 26-41。
8. 張素貞、李秉松、劉雲霖。2008。葉綠素計值在水稻肥培管理上的應用。苗栗區農業專訊(42): 13-14。
9. 張淑賢。1981。本省現行植物分析法 p. 53-59。作物需肥診斷技術。臺灣省農業試驗所特刊第 13 號。
10. 張愛華。1981。本省現行土壤測定方法 p. 9-26。作物需肥診斷技術。臺灣省

農業試驗所特刊第 13 號。

11. 陳世楷、張誠信、陳昆宏、葉峻麟。2012。應用土壤水分及氮平衡耦合模式評估坡地水稻田氮汙染潛勢。農業工程學報 58(2):22-38。
12. 陳隆澤。1990。水稻品種(系)對稻熱病之抵抗性反應。中華農業研究 39 (4): 303-314。
13. 黃益田。1983。稻熱病流行學之研究 IV. 葉稻熱病盛行率預測模式之發展。桃園區農業改良場研究彙報(1): 22-37。
14. 葉樹藩。1986。試驗設計學。國立臺灣大學農學院。臺北。
15. 董艷、董坤、范茂攀、趙平、林克惠。2007。氮鉀營養與氮鉀平衡對幾種烤煙病害的影響。中國農學通報 23(1): 302-304。
16. 蔡武雄。1988。葉稻熱病引起水稻產量損失估計。中華農業研 37(2): 207-210。
17. 賴文龍、郭雅紋、陳玟瑾。2012。氮肥用量對水稻產量之影響。臺中區農業改良場研究彙報 114: 35-43。
18. 賴明信、陳正昌、郭益全、呂秀英、陳治官、李長沛、曾東海。1996。現行水稻推廣品種生產力與氮肥用量之關係 I 氮肥用量對水稻產量及產量構成要素之影響。中華農業研究 45(3):203-217。
19. 簡錦忠、朱啟魯。1970。肥料對水稻主要病害發生之關係。臺灣農業研究 19 (2): 62-71。
20. 譚增偉、陳桂暖。2012。比較長期水旱田輪作或連作施用硫酸銨對於土壤酸鹼值之影響。台灣農業研究 61(4):355-360。
21. 譚增偉、劉禎祺、陳桂暖。2005。土壤肥力與合理化施肥 p.43-62。合理化施肥專刊(農業試驗所特刊第 121 號)。行政院農業委員會農業試驗所、中華永續農業協會 臺中。
22. 龔偉、顏曉元、王景燕。2011。長期施肥對土壤肥力的影響①。土壤 43(3):336-342。
23. Barak, P., Jobe, B. O., Krueger, A. R., Peterson, L. A., & Laird, D. A. 1997. Effects of long-term soil acidification due to nitrogen fertilizer inputs in Wisconsin. Plant and Soil 197(1) 61-69.
24. Johnston, A. E., K. W. T. Goulding, and P. R. Poulton. 1986. Soil acidification during more than 100 years under permanent grassland and woodland at Rothamsted. Soil use and management 2(1):3-10.

表 1 、試驗處理及代號說明。

Table 1. The description of treatments and code of experiment.

Treatment	Application rate (kg ha ⁻¹)			Rice variety	Variety code
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
N 0	0	60	60	高雄 139 號	KH-139
N 90	90	60	60	高雄 145 號	KH-145
N 150	150	60	60	臺稜 9 號	TK-9
N 210	210	60	60		
N 270	270	60	60		

表 2 、試驗前土壤肥力分析結果。

Table 2. The soil analysis data before the test of the first and second rice crops, 2013-2014

Crop	pH	EC	OM	Bray-1	Exchangeable cation		
	1:1	1:5		P	K	Ca	Mg
	dS m ⁻¹		%	-----mg kg ⁻¹ -----			
2013 1st crop	6.12	0.21	35	45	56	2,042	123
2013 2nd crop	5.95	0.23	31	51	54	2,010	120
2014 1st crop	5.91	0.25	32	42	64	1,841	132
2014 2nd crop	6.12	0.24	34	37	61	2,162	136

表 3、氮肥施用量對水稻收穫後土壤肥力之影響。

Table 3. Effect of nitrogen levels on the fertility of soil after harvest of rice plants.

Year	Cropping season	Treatment	pH	EC	OM	Bray-1	Exchangeable cation		
			1:1	1:5		P	K	Ca	Mg
			dS m ⁻¹		%	-----mg kg ⁻¹ -----			
2013	1st crop	N 0	6.13 a	0.23 a	35 a	45 a	56 a	2642 a	123 a
		N 90	6.15 a	0.25 a	34 a	44 a	62 a	3036 a	176 a
		N 150	6.20 a	0.24 a	36 a	43 a	55 a	2637 a	117 a
		N 210	6.17 a	0.25 a	36 a	43 a	56 a	2525 a	110 a
		N 270	6.08 a	0.22 a	36 a	49 a	54 a	2515 a	102 a
2013	2nd crop	N 0	6.00 a	0.24 a	31 a	47 a	61 a	2001 a	123 a
		N 90	5.96 ab	0.22 a	32 a	53 a	55 a	2086 a	125 a
		N 150	5.87 ab	0.22 a	31 a	50 a	52 a	1935 a	117 a
		N 210	5.72 b	0.23 a	32 a	55 a	49 a	1851 a	119 a
		N 270	5.72 b	0.20 a	31 a	51 a	54 a	2010 a	120 a
2014	1st crop	N 0	5.61 a	0.25 a	32 a	34 a	77 a	1841 a	98 a
		N 90	5.55 a	0.23 a	32 a	34 a	75 a	1881 a	93 a
		N 150	5.52 a	0.23 a	31 a	35 a	77 a	1827 a	99 a
		N 210	5.79 a	0.23 a	33 a	35 a	77 a	1806 a	95 a
		N 270	5.69 a	0.24 a	32 a	31 a	74 a	1801 a	101 a
2014	2nd crop	N 0	5.73 a	0.31 a	32 a	37 a	76 a	2492 a	126 a
		N 90	5.71 a	0.32 a	30 a	41 a	77 a	2265 a	114 a
		N 150	5.77 a	0.32 a	30 a	34 a	77 a	2261 a	122 a
		N 210	5.73 a	0.36 a	31 a	34 a	75 a	2259 a	128 a
		N 270	5.62 a	0.32 a	34 a	35 a	73 a	2278 a	122 a

Within columns, data followed by the same letter are not significantly different, using Fisher's protected least significant difference test, LSD test ($P \leq 0.05$).

表 4-1、2013 年度氮肥施用量對水稻植體元素含量之影響。

Table 4-1. Effect of nitrogen levels on the fertility of plants element content after harvest of rice plants, 2013.

Year	Cropping season	Variety	Treatment	N	P	K	N/K	Ca	Mg	
2013	1st crop	KH-139	0	2.71 c	0.16 b	2.02 a	1.37 b	0.49 a	0.12 b	
			90	3.03 bc	0.22 ab	2.16 a	1.41 b	0.36 a	0.17 a	
			150	3.53 ab	0.20 ab	2.21 a	1.62 b	0.42 a	0.17 a	
			210	3.58 ab	0.21 ab	2.05 a	1.75 b	0.40 a	0.17 a	
			270	4.09 a	0.25 a	1.75 b	2.35 a	0.32 a	0.20 a	
		KH-145	0	2.63 a	0.21 a	2.15 a	1.27 a	0.62 a	0.13 a	
			90	3.08 a	0.20 a	2.20 a	1.39 a	0.56 a	0.45 a	
			150	3.46 a	0.20 a	2.06 a	1.67 a	0.51 a	0.17 a	
			210	2.99 a	0.20 a	1.90 a	1.54 a	0.66 a	0.20 a	
			270	4.02 a	0.33 a	2.03 a	1.99 a	0.46 a	0.25 a	
	TK-9	0	2.12 b	0.16 a	1.78 a	1.20 b	0.37 a	0.10 c		
		90	2.27 b	0.17 a	1.88 a	1.21 b	0.52 a	0.14 b		
		150	2.78 ab	0.13 a	2.12 a	1.32 b	0.54 a	0.18 a		
		210	3.05 ab	0.13 a	2.09 a	1.51 ab	0.48 a	0.19 a		
		270	3.75 a	0.20 a	2.06 a	1.85 a	0.32 a	0.21 a		
	2013	2nd crop	KH-139	0	1.12 c	0.14 a	1.41 a	0.79 b	1.40 a	1.40 a
				90	1.22 bc	0.16 a	1.37 a	0.89 b	1.40 a	1.40 a
				150	1.53 abc	0.16 a	1.40 a	1.09 ab	1.41 a	1.42 a
				210	1.59 ab	0.15 a	1.43 a	1.12 ab	1.36 a	1.36 a
				270	1.80 a	0.16 a	1.38 a	1.32 a	1.42 a	1.42 a
KH-145			0	1.06 b	0.13 b	1.32 ab	0.80 c	1.44 a	1.44 a	
			90	1.10 b	0.13 b	1.32 ab	0.84 bc	1.35 a	1.35 a	
			150	1.37 ab	0.14 b	1.25 ab	1.15 abc	1.49 a	1.45 a	
			210	1.35 ab	0.14 b	1.12 b	1.25 ab	1.57 a	0.96 a	
			270	1.61 a	0.17 a	1.40 a	1.17 a	1.32 a	0.19 b	
TK-9			0	1.01 c	0.07 b	1.25 a	0.79 c	1.16 a	0.11 b	
			90	0.98 c	0.07 b	1.31 a	0.76 c	1.04 a	0.12 ab	
			150	1.47 b	0.09 ab	1.25 a	1.19 bc	1.10 a	0.18 ab	
			210	1.77 ab	0.10 a	1.19 a	1.69 a	1.03 a	0.14 ab	
			270	1.99 a	0.12 a	1.42 a	1.42 ab	1.14 a	0.20 a	

Within columns, data followed by the same letter are not significantly different, using Fisher's protected least significant difference test, LSD test ($P \leq 0.05$).

表 4-2、2014 年度氮肥施用量對水稻植體元素含量之影響。

Table 4-2. Effect of nitrogen levels on the fertility of plants element content after harvest of rice plants, 2014.

Year	Cropping season	Variety	Treatment	N	P	K	N/K	Ca	Mg
2014	1st crop	KH-139	0	0.76 c	0.20 b	1.67 a	0.45 b	1.23 a	0.10 b
		KH-139	90	0.98 bc	0.19 b	1.56 a	0.63 b	1.34 a	0.11 b
		KH-139	150	1.22 b	0.21 b	1.71 a	0.71 b	1.34 a	0.11 b
		KH-139	210	2.01 a	0.31 a	1.46 a	1.41 a	1.11 a	0.17 a
		KH-139	270	2.34 a	0.30 a	1.49 a	1.59 a	1.12 a	0.18 a
		KH-145	0	0.90 d	0.16 c	1.48 a	0.62 c	0.93 a	0.07 d
		KH-145	90	1.41 dc	0.15 c	1.47 a	0.96 bc	1.13 a	0.11 dc
		KH-145	150	1.53 bc	0.19 bc	1.62 a	0.95 bc	1.13 a	0.15 bc
		KH-145	210	2.02 b	0.25 ab	1.73 a	1.19 b	1.05 a	0.20 b
		KH-145	270	3.02 a	0.27 a	1.62 a	1.87 a	0.94 a	0.27 a
	TK-9	0	0.77 c	0.17 a	1.55 a	0.50 b	1.11 a	0.12 a	
	TK-9	90	0.91 bc	0.20 a	1.57 a	0.58 ab	1.54 ab	0.13 a	
	TK-9	150	1.17 abc	0.20 a	1.49 a	0.80 ab	1.35 ab	0.12 a	
	TK-9	210	1.77 ab	0.22 a	1.48 a	1.20 a	1.41 ab	0.16 a	
	TK-9	270	1.99 a	0.18 a	1.67 a	1.19 a	1.07 b	0.19 a	
	2nd crop	KH-139	0	1.05 b	0.38 a	1.15 a	1.15 a	1.14 a	0.07 a
		KH-139	90	1.17 ab	0.43 a	1.22 a	1.19 a	1.15 a	0.09 a
		KH-139	150	1.42 a	0.40 a	1.02 a	1.73 a	0.96 a	0.09 a
		KH-139	210	1.44 a	0.40 a	1.10 a	1.69 a	1.02 a	0.10 a
		KH-139	270	1.46 a	0.39 a	1.12 a	1.56 a	1.05 a	0.12 a
KH-145		0	1.00 b	0.39 a	1.19 a	0.97 a	1.09 a	0.08 a	
KH-145		90	1.16 ab	0.43 a	1.24 a	1.20 a	1.28 a	0.09 a	
KH-145		150	1.15 ab	0.45 a	1.17 a	1.21 a	1.30 a	0.10 a	
KH-145		210	1.38 a	0.49 a	1.24 a	1.32 a	1.29 a	0.12 a	
KH-145		270	1.25 ab	0.47 a	1.24 a	1.40 a	1.33 a	0.11 a	
TK-9	0	1.51 b	0.18 a	0.84 a	2.24 a	0.82 a	0.03 a		
TK-9	90	2.00 a	0.21 a	0.96 a	2.52 a	0.94 a	0.06 a		
TK-9	150	2.19 a	0.22 a	0.99 a	2.52 a	0.83 a	0.08 a		
TK-9	210	1.97 a	0.20 a	0.90 a	2.43 a	0.76 a	0.06 a		
TK-9	270	1.95 a	0.25a	0.66 a	3.06 a	0.53 a	0.05 a		

Within columns, data followed by the same letter are not significantly different, using Fisher's protected least significant difference test, LSD test ($P \leq 0.05$).

表 4-3、2013 年度氮肥施用量對水稻植體元素含量之影響。

Table 4-3. Effect of nitrogen levels on the fertility of plants element content after harvest of rice plants, 2013.

Year	Cropping season	Variety	Treatment	Mn	Zn	Fe	Cu	
2013	1st crop	KH-139	0	243 a	15 a	102 a	4 b	
		KH-139	90	374 a	11 a	108 a	5 ab	
		KH-139	150	338 a	16 a	122 a	5 ab	
		KH-139	210	329 a	19 a	126 a	5 ab	
		KH-139	270	345 a	17 a	134 a	7 a	
		KH-145	0	282 b	15 a	112 c	4 c	
		KH-145	90	366 ab	24 a	147 b	6 b	
		KH-145	150	315 b	28 a	148 b	6 b	
		KH-145	210	270 b	25 a	170 ab	5 bc	
		KH-145	270	549 a	24 a	185 a	8 a	
	TK-9	0	171 b	7 c	69 b	3 c		
	TK-9	90	199 b	11 bc	83 b	3 c		
	TK-9	150	420 a	21 ab	129 ab	5 b		
	TK-9	210	341 ab	24 a	147 a	6 ab		
	TK-9	270	434 a	21 ab	124 ab	7 a		
	2013	2nd crop	KH-139	0	24 a	14 a	70 c	3 b
			KH-139	90	36 a	17 a	98 b	4 ab
			KH-139	150	32 a	17 a	116 ab	4 ab
			KH-139	210	35 a	17 a	120 ab	4 a
			KH-139	270	29 a	19 a	124 a	4 a
KH-145			0	67 a	13 b	66 c	3 c	
KH-145			90	115 a	16 ab	92 bc	4 bc	
KH-145			150	114 a	15 ab	134 ab	4 bc	
KH-145			210	99 a	18 ab	122 ab	5 b	
KH-145			270	124 a	22 a	151 a	6 a	
TK-9			0	87 a	14 c	98 b	2 c	
TK-9			90	90 a	18 bc	111 b	3 c	
TK-9			150	108 a	20 ab	126 ab	5 b	
TK-9			210	90 a	20 ab	134 ab	5 b	
TK-9			270	135 a	23 a	154 a	8 a	

Within columns, data followed by the same letter are not significantly different, using Fisher's protected least significant difference test, LSD test ($P \leq 0.05$).

表 4-4、2014 年度氮肥施用量對水稻植體元素含量之影響。

Table 4-4. Effect of nitrogen levels on the fertility of plants element content after harvest of rice plants, 2014.

Year	Cropping season	Variety	Treat-ment	Mn	Zn	Fe	Cu	
2014	1st crop	KH-139	0	135 b	13 b	170 bc	9 bc	
		KH-139	90	252 a	18 ab	156 c	5 c	
		KH-139	150	232 ab	17 ab	190 bc	7 bc	
		KH-139	210	164 ab	21 a	250 a	10 ab	
		KH-139	270	218 ab	22 a	220 ab	13 a	
		KH-145	0	71 d	11 e	173 b	3 d	
		KH-145	90	123 c	16 d	188 b	6 cd	
		KH-145	150	141 bc	19 c	205 b	6 bc	
		KH-145	210	173 ab	23 b	210 ab	9 ab	
		KH-145	270	186 a	28 a	244 a	10 a	
	TK-9	0	122 a	19 a	237 a	6 a		
	TK-9	90	418 a	19 a	232 a	4 a		
	TK-9	150	210 a	18 a	192 a	5 a		
	TK-9	210	257 a	19 a	202 a	9 a		
	TK-9	270	177 a	24 a	220 a	11 a		
	2014	2nd crop	KH-139	0	135 a	9 a	125 a	3 a
			KH-139	90	223 a	11 a	169 a	4 a
			KH-139	150	177 a	10 a	164 a	4 a
			KH-139	210	179 a	11 a	149 a	4 a
			KH-139	270	170 a	13 a	216 a	5 a
KH-145			0	151 a	10 a	178a	3 a	
KH-145			90	192 a	12 a	203a	4 a	
KH-145			150	237 a	11 a	279 a	5 a	
KH-145			210	223 a	12 a	258 a	5 a	
KH-145			270	224 a	13 a	296 a	5 a	
TK-9			0	70 a	7 a	41 a	2 a	
TK-9			90	160 a	10 a	68 a	4 a	
TK-9			150	166 a	11 a	73 a	3 a	
TK-9			210	115 a	9 a	58 a	3 a	
TK-9			270	76 a	7 a	47 a	2 a	

Within columns, data followed by the same letter are not significantly different, using Fisher's protected least significant difference test, LSD test ($P \leq 0.05$).

表 5-1、2013 年度氮肥用量對水稻葉色、株高、產量、胡麻葉枯病及稻熱病之影響。

Table 5-1. Effect of nitrogen levels on the fertility of leaf color, height, yield, brown spot and blast disease of rice, 2013.

Year	Cropping season	Variety	Treat-ment	Leaf color	height	Yield	Brown spot	Rice blast	
2013	1st crop	KH-139	0	30 c	83 d	3,310 c	11.3 a	0.0 e	
		KH-139	90	33 b	90 c	4,960 a	6.7 b	6.0 d	
		KH-139	150	38 a	99 b	5,200 a	0.0 c	13.5 c	
		KH-139	210	38 a	103 ab	5,140 a	0.0 c	32.0 b	
		KH-139	270	40 a	105 a	4,080 b	0.0 c	49.5 a	
		KH-145	0	30 c	80 d	2,760 c	14.7 a	0.0 e	
		KH-145	90	32 c	86 c	4,190 b	5.7 b	7.0 d	
		KH-145	150	36 b	106 b	4,390 ab	0.0 c	15.3 c	
		KH-145	210	37 b	112 a	4,830 a	0.0 c	28.0 b	
		KH-145	270	44 a	109 ab	3,060 c	0.0 c	50.0 a	
	TK-9	0	32 c	80 d	3,270 c	17.7 a	0.0 e		
	TK-9	90	33 c	85 c	4,770 b	5.7 b	11.0 d		
	TK-9	150	39 b	105 b	5,340 ab	0.0 c	15.5 c		
	TK-9	210	42 ab	111 a	5,640 a	0.0 c	30.0 b		
	TK-9	270	43 a	111 a	5,140 ab	0.0 c	52.0 a		
	2013	2nd crop	KH-139	0	29 d	91 c	2,790 d	18.3 a	0.0 c
			KH-139	90	35 c	99 b	4,660 b	7.7 b	0.0 c
			KH-139	150	38 bc	98 bc	5,350 a	0.0 c	0.0 c
			KH-139	210	33 ab	109 a	5,320 a	0.0 c	16.7 b
			KH-139	270	41 a	104 ab	3,930 c	0.0 c	33.3 a
KH-145			0	28 b	84 d	3,370 c	18.3 a	0.0 d	
KH-145			90	33 ab	97 c	4,700 b	6.7 b	0.0 d	
KH-145			150	38 a	95 c	5,350 a	0.0 c	8.3 c	
KH-145			210	38 a	112 b	5,240 a	0.0 c	20.0 b	
KH-145			270	37 a	120 a	4,380b	0.0 c	31.7 a	
TK-9			0	30 b	85 c	3,620 e	16.7 a	0.0 c	
TK-9			90	32 b	100 b	4,770 c	8.3 b	0.0 c	
TK-9			150	36 ab	100 b	5,660 b	0.0 c	5.0 c	
TK-9			210	39 a	112 a	5,950 a	0.0 c	13.3 b	
TK-9			270	41 a	118 a	4,020 d	0.0 c	35.0 a	

Within columns, data followed by the same letter are not significantly different, using Fisher's protected least significant difference test, LSD test ($P \leq 0.05$).

表 5-2、2014 年度氮肥用量對水稻葉色、株高、產量、胡麻葉枯病及稻熱病之影響。

Table 5-2. Effect of nitrogen levels on the fertility of leaf color, height, yield, brown spot and blast disease of rice, 2014.

Year	Cropping season	Variety	Treatment	Leaf color	height	Yield	Brown spot	Rice blast	
2014	1st crop	KH-139	0	27 c	84 c	3,660 c	9.7 a	0.0 d	
		KH-139	90	33 b	92 b	4,550 b	0.0 b	0.0 d	
		KH-139	150	35 b	97 b	5,550 a	0.0 b	11.7 c	
		KH-139	210	35 b	104 a	5,620 a	0.0 b	21.7 b	
		KH-139	270	42 a	110 a	3,650 c	0.0 b	46.7 a	
		KH-145	0	28 d	83 c	3,820 c	10.0 a	0.0 d	
		KH-145	90	31 c	105 b	5,180 b	0.0 b	0.0 d	
		KH-145	150	32 c	104 b	5,870 a	0.0 b	11.7 c	
		KH-145	210	38 b	104 b	6,080 a	0.0 b	18.3 b	
		KH-145	270	41 a	116 a	4,820 b	0.0 b	36.7 a	
	TK-9	0	29 d	85 c	4,030 c	10.6 a	0.0 e		
	TK-9	90	32 c	99 b	5,220 b	0.0 b	9.4 d		
	TK-9	150	32 c	112 a	5,640 ab	0.0 b	14.4 c		
	TK-9	210	36 b	121 a	6,370 a	0.0 b	21.7 b		
	TK-9	270	42 a	118 a	5,515 ab	0.0 b	36.7 a		
	2014	2nd crop	KH-139	0	26 c	79 c	3,080 d	21.7 a	0.0 c
			KH-139	90	28 c	95 b	4,040 c	15.0 b	0.0 c
			KH-139	150	31 b	102 a	5,530 a	0.0 c	0.0 c
			KH-139	210	35 a	108 a	5,720 a	0.0 c	11.7 b
			KH-139	270	37 a	107 a	4,930 b	0.0 c	36.7 a
KH-145			0	27 d	85 d	3,030 d	23.3 a	0.0 c	
KH-145			90	32 c	93 c	4,390 c	13.3 b	0.0 c	
KH-145			150	33 c	104 b	5,700 a	0.0 c	0.0 c	
KH-145			210	39 b	115 a	5,520 a	0.0 c	8.3 b	
KH-145			270	43 a	115 a	4,800 b	0.0 c	28.3 a	
TK-9			0	26 d	84 c	3,400 c	21.7 a	0.0 c	
TK-9			90	30 c	91 bc	5,300 b	10.7 b	1.0 c	
TK-9			150	32 c	98 b	6,250 a	0.0 c	2.0 c	
TK-9			210	37 b	122 a	5,830 a	0.0 c	21.7 b	
TK-9			270	41 a	118 a	5,170 b	0.0 c	35.0 a	

Within columns, data followed by the same letter are not significantly different, using Fisher's protected least significant difference test, LSD test ($P \leq 0.05$).

表 6、年度於不同氮肥用量對水稻稻熱病之影響。

Table 6. Effect of nitrogen levels on the year of and blast disease of rice.

		0	90	150	210	270
Year	2013	0 a	4.0 a	9.6 a	23.3 a	41.9 a
	2014	0 a	1.4 b	6.1 b	17.2 b	36.6 b

Within columns, data followed by the same letter are not significantly different, using Fisher's protected least significant difference test, LSD test ($P \leq 0.05$).

表 7、期作別於不同氮肥用量對水稻稻熱病之影響。

Table 7. Effect of nitrogen levels on the crop of and blast disease of rice.

		0	90	150	210	270
Cropping season	1st crop	0 a	5.4 a	13.7 a	25.2 a	45.3 a
	2nd crop	0 a	0.2 b	2.5 b	15.3 b	33.4 b

Within columns, data followed by the same letter are not significantly different, using Fisher's protected least significant difference test, LSD test ($P \leq 0.05$).

表 8、品種於不同氮肥用量對水稻稻熱病之影響。

Table 8. Effect of nitrogen levels on the variety of and blast disease of rice.

		0	90	150	210	270
variety	KH-139	0 a	1.5 b	6.2 a	20.5 a	41.5 a
	KH-145	0 a	1.8 b	8.8 a	18.7 a	36.7 a
	TK-9	0 a	4.8 a	8.4 a	21.7 a	39.4 a

Within columns, data followed by the same letter are not significantly different, using Fisher's protected least significant difference test, LSD test ($P \leq 0.05$).

表 9、年度於不同氮肥用量對水稻胡麻葉枯病之影響。

Table 9. Effect of nitrogen levels on the year of and brown spot of rice.

		0	90	150	210	270
Year	2013	16.2 a	6.8 a	0 a	0 a	0 a
	2014	16.1 a	6.9 a	0 a	0 a	0 a

Within columns, data followed by the same letter are not significantly different, using Fisher's protected least significant difference test, LSD test ($P \leq 0.05$).

表 10、期作別於不同氮肥用量對水稻胡麻葉枯病之影響。

Table 10. Effect of nitrogen levels on the crop of and brown spot of rice.

	0	90	150	210	270
1st crop	12.3 b	3.1 b	0 a	0 a	0 a
2nd crop	20.0 a	10.3 a	0 a	0 a	0 a

Within columns, data followed by the same letter are not significantly different, using Fisher's protected least significant difference test, LSD test ($P \leq 0.05$).

表 11、品種於不同氮肥用量對水稻胡麻葉枯病之影響。

Table 11. Effect of nitrogen levels on the variety of and brown spot of rice.

	0	90	150	210	270
KH-139	14.7 a	7.3 a	0 a	0 a	0 a
KH-145	17.0 a	6.4 a	0 a	0 a	0 a
TK-9	17.0 a	6.8 a	0 a	0 a	0 a

Within columns, data followed by the same letter are not significantly different, using Fisher's protected least significant difference test, LSD test ($P \leq 0.05$).